LE POINT EN RECHERCHE

Mars 2007

Série technique 07-109

# Essais d'appareils au mazout rejetant des émanations sous l'effet de la dépressurisation

## INTRODUCTION

Il s'est avéré impossible de trouver des équipements fonctionnant au mazout conçus pour fonctionner dans une maison sous pression négative. La dépressurisation dans une maison peut entraîner le refoulement des gaz de combustion, ce qui engendre des odeurs désagréables et peut avoir des répercussions sur la santé. Ce *Point en recherche* décrit comment un fabricant d'appareils au mazout s'y est pris pour trouver des solutions aux problèmes de refoulement et d'odeurs.

Les émanations provenant d'appareils à combustion dans les maisons au Canada constituent un problème complexe. La fréquence et la sévérité des refoulements de gaz de combustion est tributaire du niveau d'étanchéité à l'air de la maison, de la façon dont l'équipement est installé et de l'utilisation d'autres ventilateurs d'extraction. Ces autres ventilateurs d'extraction peuvent surclasser l'évent de l'appareil au mazout et occasionner un refoulement de gaz de combustion.

Les codes et normes en vigueur à l'heure actuelle au Canada ont tenté de régler le problème de refoulement au moyen de stratégies comme le fait d'exiger une alimentation d'air comburant dans les maisons qui ne présentent peut-être pas suffisamment de fuites d'air pour alimenter convenablement en air comburant les appareils à combustion.

Les fabricants ont également mis au point des appareils qui sont moins sujets aux refoulements. Toutefois, aucun protocole ne permet de mettre à l'essai et de coter directement des produits quant à leur résistance au refoulement des gaz de combustion. Ils ne disposent donc pas de méthode normalisée pour communiquer aux consommateurs, constructeurs et intervenants la cote de résistance au refoulement de leurs appareils, ou d'indiquer quel de leurs produits affiche une meilleure performance sous des conditions de pression réduite qui pourraient provoquer un refoulement de gaz dans d'autres produits.

L'essai de dépressurisation-refoulement a été élaboré par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), Ressources Naturelles Canada (RNCan) et d'autres intervenants à titre d'outil privilégié pour pallier ce manque.

L'essai de refoulement des gaz utilise le $CO_2$ produit par la combustion comme gaz de dépistage. La quantité de $CO_2$ qui refoule dans la chambre d'essai à un niveau particulier de dépressurisation est mesurée et additionnée pour la durée de l'essai. Cette quantité est ensuite comparée à la quantité de $CO_2$ produite par la combustion durant l'essai afin de déterminer le pourcentage de gaz de combustion refoulés. Le *refoulement des gaz de combustion* se définit comme tout produit découlant de la combustion d'un combustible dégagé par un appareil ou son d'évent, dans la chambre d'essai.

Kerr Heating Products de Parrsboro, en Nouvelle-Écosse, en partenariat avec la SCHL et RNCan, a voulu se donner les moyens d'évaluer la résistance aux refoulements des appareils à combustion au mazout. Au cours des travaux, Kerr Heating Products a installé et mis en service une installation d'essai de dépressurisation-refoulement.

Les installations d'essai, la méthode d'essai et les calculs étaient semblables à ceux employés pour la mise à l'essai d'appareils à gaz dans une étude antérieure de la SCHL (voir les *Références* à la fin du présent *Point en recherche*). C'était la première fois qu'un fabricant canadien d'équipements de CVC (chauffage, ventilation et climatisation) élargissait ses moyens en matière de développement de produits en construisant et en utilisant des outils maison d'essai de dépressurisation-refoulements. C'était également la première fois que l'essai visait des appareils dotés d'éléments d'évents verticaux (cheminées). L'équipe de Kerr a mis à jour les calculs tirés des travaux antérieurs sur les appareils à gaz pour leur incorporer la bonne composition du combustible pour l'équipement au mazout. Kerr a évalué plusieurs concepts de rechange et choix d'instrumentation pour la chambre d'essai. Le rapport complet décrit en détail les décisions prises et donne de plus amples détails sur la méthode d'essai mis à jour, de même que sur les calculs connexes. Les mesures de performance pour certains appareils au mazout résidentiels sont données pour différents niveaux de dépressurisation.

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

Kerr a mis au point un modèle informatisé qui permettra à d'autres fabricants d'appareils au mazout de se doter aisément de leur propre installation maison d'essai de dépressurisation.

La recherche dont il est question ici était axée sur la découverte des difficultés auxquelles fera face un fabricant qui met en œuvre l'essai de refoulement. Ce dernier doit surmonter ces difficultés et transposer l'essai depuis le laboratoire (où l'essai s'est avéré) à son propre milieu de développement de produits.

Les travaux ont également abouti sur des résultats d'essais portant sur la performance de certains appareils au mazout dotés de différents composants et agencements d'évent, quant à leur résistance au refoulement des gaz de combustion

## PROGRAMME DE RECHERCHE

Le programme a été mené entre décembre 2005 et août 2006, dans les installations de développement de produits de Kerr, à Truro, en Nouvelle-Écosse.

Kerr s'est procuré une chambre atmosphérique d'occasion, puis elle a été assemblée de nouveau pour les besoins des présents travaux de recherche. Un puissant ventilateur d'extraction doté d'un volet d'admission réglable a été posé pour évacuer l'air de la chambre et maintenir la pression dans la chambre au niveau souhaité.

Le système d'instruments a été acheté puis posé afin de mesurer la quantité d'air évacuée, de même que la concentration de dioxyde de carbone ($CO_2$) dans l'air retiré de la chambre d'essai. Au cours de chaque essai, on a enregistré la consommation de combustible, la teneur en $CO_2$ dans les zones entourant la chambre d'essai, la température et la pression dans la chambre d'essai, ainsi que des mesures des gaz de combustion dans l'évent de l'appareil.

Un système d'acquisition de données a enregistré automatiquement les données et un modèle en format Excel de Microsoft a été élaboré pour exécuter les calculs à chaque essai, et tenir compte des changements dans la chambre d'essai, comme la température, la pression barométrique, etc. pour chaque essai, de même qu'entre les essais.

Pour chacun expérience, l'appareil et son évent ont d'abord été installés dans la chambre d'essai. La chambre a été dépressurisée jusqu'au niveau souhaité et les commandes de l'appareil ont été réglées de manière à ce que le brûleur fonctionne pour cinq minutes.

La quantité de $CO_2$ émise ou « refoulée » dans la chambre d'essai a été enregistrée sur une période de sept minutes : les cinq minutes pendant lesquelles le brûleur fonctionnait, et les deux minutes additionnelles pour inclure les émanations provenant du système d'évent, après l'arrêt du brûleur. La quantité de $CO_2$ refoulée dans la chambre d'essai a été divisée par la quantité de $CO_2$ produite par le brûleur pour déterminer la proportion de gaz refoulé au cours de chaque essai.

Tous les détails relatifs à la méthode et aux calculs ont été consignés dans les modèles sur chiffrier disponibles sur CD-ROM.

Pour simplifier l'interprétation des résultats, un niveau de tolérance de refoulement admissible a été établi pour les essais. Si la quantité de $CO_2$ excédait 2 % du $CO_2$ produit par la combustion, l'appareil avait pour ainsi dire échoué l'essai de dépressurisation.

La limite de 2 % correspond à celle de l'étude sur les appareils à gaz et à l'essai d'« étanchéité du parcours des gaz » décrit dans section 21 de la norme CSA B140.0-F03, Appareils de combustion au mazout : Exigences générales. Il est à noter que la norme B140.0-F03 autorise une fuite de 2 %, à la fois pour l'échangeur de chaleur et les sections d'évent, et que la norme UL726, Standard for Oil-Fired Boiler Assemblies, permet un refoulement de 4 % depuis la chambre de combustion et la section d'évent, et de 8 % depuis la section d'admission d'air. La limite de 2 % établie pour la recherche dont il est question ici est au moins deux fois plus sévère, puisque ce ne sont pas toutes les interfaces qui sont mises à l'essai aux termes de la norme B140.0 et les exigences des laboratoires UL. Des travaux plus poussés fondés sur des exigences liées à la santé seront peut-être nécessaires afin d'établir un niveau « acceptable » d'émanations rejetées par les équipements au mazout en service.

## RÉSULTATS

### Coût du nouvel équipement d'essai

La plupart des fabricants d'appareils de combustion au mazout possèdent déjà nombre des pièces d'équipement et les compétences requises pour effectuer des essais de dépressurisation. Kerr avait besoin d'équipements de mesure additionnels pour réaliser l'étude.

Kerr a choisi d'acheter le nouvel équipement d'essai en se fondant sur des considérations de performance, de coût et de durabilité. L'équipement devait être suffisamment précis pour garantir que les refoulements soient mesurés convenablement, être facile à utiliser et posséder des qualités de robustesse et de fiabilité convenant à un milieu industriel.

Le tableau 1 donne la fourchette d'utilisation et la précision des instruments acquis.

Le tableau 2 présente la liste des équipements achetés par Kerr pour les essais.

**Tableau 1** Fourchettes de mesures et précision des instruments

| Propriété à mesurer | Fourchette | Précision |
|---|---|---|
| $CO_2$ | 0 à 1 000 ppm | ±1 %, pleine échelle |
| Débit | 0 à 500 pi³/min | ±0,5 % |
| Pression 1 | 0 à 200 Pa | ±1 %, lecture |
| Pression 2 | 0 à 2000 Pa | ±1 %, lecture |
| Température | 0 à 200 °F | ±2 °F |

**Tableau 2** Liste des équipements et leur coût d'acquisition

| Élément | Utilisation | Coût ( $) |
|---|---|---|
| 1 chambre d'essai | Permet de réaliser les essais de dépressurisation | 4 150 |
| 1 ventilateur de dépressurisation | Dépressuriser la chambre d'essai et surmonter la différence de pression de part et d'autre de l'élément | 444 |
| 1 élément à écoulement laminaire | Mesurer l'écoulement depuis la chambre d'essai | 1 800 |
| 2 analyseurs de $CO_2$ | Mesurer la teneur en $CO_2$ dans la chambre d'essai et la pièce adjacente | 5 000 |
| 1 gaz de calibration | Calibrer les analyseurs de $CO_2$ | 270 |
| 1 manomètre numérique | Mesurer la pression statique et la différence de pression de part et d'autre de l'élément à écoulement laminaire | * |
| 1 manomètre numérique | Mesurer le niveau de dépressurisation dans la chambre d'essai | * |
| 1 analyseur de $CO_2$ pour les gaz de combustion | Déterminer l'écoulement à travers le brûleur et le volet barométrique dans le cas des installations qui ne sont pas à ventouse | * |
| 1 commande logique programmable | Contrôler les événements d'essai (optionelle) | * |
| 1 système d'acquisition de données | Collecte de données | * |
| 5 thermocouples | Mesurer les températures | * |
| 1 ordinateur | Enregistrer les paramètres des essais et traiter les données | * |
| 1 caméra numérique | Consigner sur photos les installations d'essai | * |
| 1 balance | Déterminer le poids du combustible utilisé | * |
| Coût total du nouvel équipement | | 11 664 |

* Équipements déjà disponibles chez Kerr – aucun achat requis.

### Description des appareils mis à l'essai

Des générateurs de chaleur et des chaudières au mazout ont été mis l'essai. La liste des appareils et leur mode de ventilation figurent au tableau 3. Le mode de ventilation indiqué comme « évent à évacuation directe » est dépourvu de volet barométrique. Les essais ont été menés sur les installations sous différents niveaux de dépressurisation, soit 5, 8, 20 et 50 Pa.

**Tableau 3** Appareils mis à l'essai et modèles d'évent

| Type de produit | Mode de ventilation |
|---|---|
| Appareil à air pulsé | Cheminée (évent long) avec volet barométrique |
| Appareil à air pulsé | Cheminée (évent long) sans volet barométrique |
| Appareil à air pulsé | Cheminée (évent court) avec volet barométrique |
| Appareil à air pulsé | Cheminée (évent court) sans volet barométrique |
| Appareil à air pulsé | Cheminée (évent long) ) avec volet barométrique |
| Appareil à air pulsé | Cheminée (évent long) ) avec volet barométrique |
| Appareil à air pulsé | Cheminée (évent long) ) avec volet barométrique |
| Appareil à air pulsé | Cheminée (évent court) ) avec volet barométrique |
| Appareil à air pulsé | Cheminée (évent court) ) sans volet barométrique |
| Appareil à air pulsé | Évent flexible raccordé à la cheminée, air comburant provenant de la pièce |
| Appareil à air pulsé | Évent à évacuation directe |
| Appareil à air pulsé | Évent à évacuation directe |
| Appareil à air pulsé | Évent à évacuation directe, doté d'un raccord rapide 1 |
| Appareil à air pulsé | Évent à évacuation directe, doté d'un raccord rapide 2 |
| Chaudière à eau chaude | Évent à évacuation directe |
| Chaudière à eau chaude | Évent à évacuation directe, doté d'un raccord rapide 1 |
| Chaudière à eau chaude | Évent à évacuation directe, muni des plaques brûleurs différentes |

### Résultats

La figure 1 présente un résumé de résultats des essais de dépressurisation-refoulement. Voir aussi le tableau 4.

**Tableau 4** Résultat de refoulement des appareils munis de différents types d'évents

| Type de système de ventilation | Dépressurisation (Pa) | Montant de refoulement (%) |
|---|---|---|
| Cheminée avec volet barométrique | 5 | 1 à 6 |
| Cheminée sans volet barométrique | 5 | 1 à 7 |
| Cheminée avec volet barométrique | 8 | 3 à 14 |
| Cheminée sans volet barométrique | 8 | 1 à 7 |
| Évent flexible raccordé à la cheminée<br>Air comburant de la pièce, sans volet barométrique | 8 | 1 |
| Évent flexible raccordé à la cheminée<br>Air comburant de la pièce, sans volet barométrique | 20 | 8 |
| Évent flexible raccordé à la cheminée<br>Air comburant de la pièce, sans volet barométrique | 50 | 21 |
| Évent direct | 50 | 1 à 7 |

Il importe de noter que cette étude avait pour objectif principal d'améliorer, d'évaluer et de faire connaître le protocole d'essai sur les appareils au mazout, et non pas de les mettre au point. Il est probable, toutefois, que les leçons retenues à la suite des premiers essais aient permis d'améliorer le processus d'installation des derniers essais.

Différents appareils et composants ont permis de mener des essais selon une variété d'agencements. On n'a pas cherché à entreprendre des évaluations comparatives globales de la performance d'un appareil fonctionnant sous les différents agencements qui figurent au tableau 4, et ce ne sont pas tous les agencements qui ont été mis à l'essai à tous les niveaux de dépressurisation.

Sauf pour quelques modifications relativement simples, aucun effort visant à améliorer la performance d'un appareil n'a été déployé au cours des travaux. C'est pourquoi les résultats donnent des niveaux de refoulement variables pour des agencements semblables.

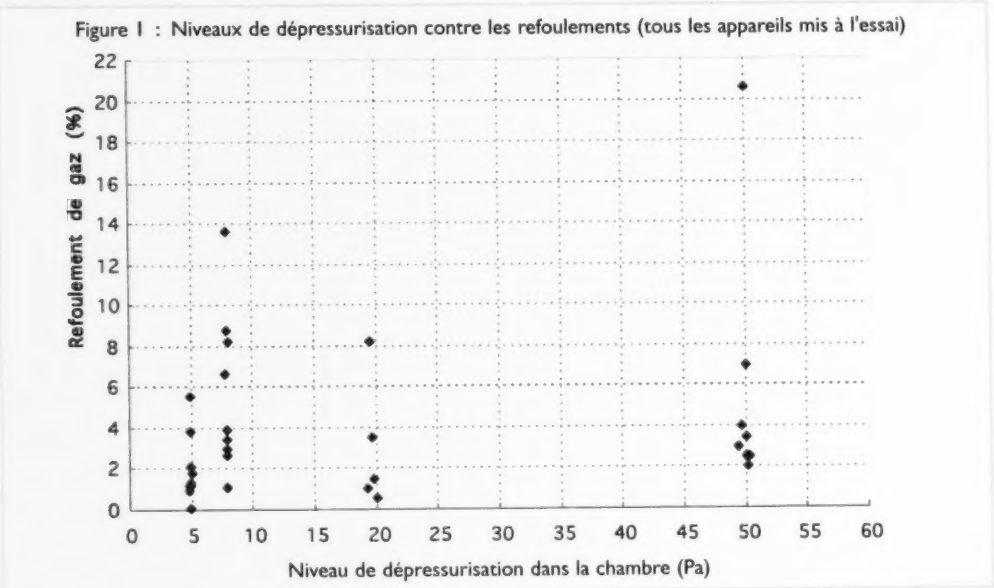


**Figure 1** Résultats des essais de refoulement

## CONCLUSIONS

### Essai simple et utile pour le développement de produits

Voici ce qu'il faut retenir de ces travaux. Un essai à faible coût est maintenant disponible qui permet aux fabricants d'appareils au mazout de déterminer directement l'incidence de la dépressurisation sur leur équipement.

Cet essai s'est avéré très utile pour l'évaluation de l'efficacité des différents concepts sous l'effet de la dépressurisation. L'essai de dépressurisation-refoulement peut être mis en œuvre par d'autres fabricants assez aisément et à faible coût.

Kerr a décidé que ce genre d'installation constitue un outil important pour le développement d'appareils au mazout. Il a déjà intégré le nouvel outil à d'autres projets, dont celui visant à évaluer différents modèles de plaque brûleur, les raccords rapides pour évents, et un générateur d'air chaud à caissons juxtaposés à culotte réversible.

### Sensibilité et reproductibilité

La sensibilité de l'essai est telle que de légères différences, comme indiqué ci-dessus, pouvaient être décelées. La reproductibilité est convenable et bien dans les limites des exigences pour un essai de ce genre. L'essai est aisé à mener une fois que l'appareil est mis en place. Les générateurs d'air chaud exigent une brève période de refroidissement entre les essais, laquelle peut être réduite au minimum si l'on fait fonctionner le ventilateur de dépressurisation à grande vitesse.

### Certaines installations peuvent résister à une dépressurisation considérable

La figure 1 indique que certaines installations réussissent avec succès l'essai de refoulement à 2 %, même sous une dépressurisation de 50 PA. Bien que les résultats varient considérablement pour les configurations mises à l'essai, la limite de refoulement à 2 % peut être satisfaite s'il s'agit d'un équipement et d'un concept de ventilation de qualité, et si on a mis en œuvre de bonnes pratiques d'installation.

### Incidence de différents systèmes d'évent

Les appareils ventilés par une cheminée et qui sont dotés d'un volet barométrique ont affiché une piètre performance sous l'effet d'une dépressurisation de plus de 5 Pa. Ce résultat était certes attendu, mais il importe de noter que l'appareil en soi avait peu d'incidence sur le refoulement, puisque la plupart du temps, il se produisait par l'évent ou par le volet barométrique. Il convient donc de porter une attention particulière à l'étanchéité du tuyau à fumée. Les tuyaux à fumée classiques ne donnent pas une bonne performance sous l'effet de la dépressurisation, à moins que les joints soient scellés à l'aide de ruban d'aluminium.

Un système de ventilation hybride qui tire l'air comburant de la pièce, mais qui évacue les gaz dans un conduit d'évacuation étanche dépourvu de volet barométrique offre une résistance beaucoup plus grande aux refoulements occasionnés par la dépressurisation qu'un évent de cheminée classique. Ce modèle d'évent semble prometteur pour l'avenir.

Les appareils au mazout à ventouse de modèle courant, comme ceux à technologie à chambre de combustion scellée et à évent à évacuation directe, sont en mesure de satisfaire la limite de 2% de refoulement ou moins, sous l'effet d'une dépressurisation de 50 PA, lorsqu'ils sont convenablement conçus et installés.

Les évents à évacuation directe, toutefois, sont sujets à certains problèmes, lorsqu'il s'agit de ventouses murales. L'occasion semble bonne pour élaborer et faire connaître un système novateur d'évacuation des gaz de combustion qui tirerait l'air comburant de l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment, tout en rejetant les gaz de combustion verticalement, sans faire usage d'un volet barométrique. Une telle méthode comporterait les avantages des systèmes à évacuation directe actuels, sans être touchée par les problèmes liés aux ventouses murales.

### Incidence de différents modèles de brûleurs

Bien que seulement quatre différents brûleurs aient été mis à l'essai, il est évident que ceux-ci affichent des différences quant à leur efficacité à résister au refoulement de gaz sous l'effet d'une dépressurisation. Le concept qui consiste à sceller la plaque brûleur à la chaudière ou au générateur à air pulsé avait également des répercussions sur le refoulement. Les fabricants peuvent tirer avantage de cette information pour améliorer la performance de leurs appareils sous l'effet de la dépressurisation. Deux importants fabricants de brûleurs ont montré un intérêt pour les travaux, et il est prévu que la performance des brûleurs en dépressurisation sera améliorée dans le futur.

### Conséquences pour les fabricants

À l'origine, Kerr avait l'intention de construire une installation d'essai démontable, lorsqu'elle est inutilisée. Puisque l'installation s'est avérée très utile durant le cycle de développement des produits, Kerr l'utilise régulièrement. Les connaissances acquises par suite des essais de dépressurisation ont déjà permis d'améliorer les manuels et les pratiques d'installation.

### Conséquences pour l'industrie

Compte tenu de l'incidence accrue des situations de dépressurisation dans les maisons, et du fait que le refoulement de gaz de combustion provenant d'appareils au mazout engendre à la fois des odeurs et des dépôts de suie, les intervenants de l'industrie gagneraient à mettre au point leurs propres installations d'essai et à en profiter pour réduire l'occurrence des problèmes liés à la dépressurisation.

**Directeur de projet à la SCHL :** Don Fugler

**Consultants pour le projet de recherche :** Kerr Heating Products, Peter Edwards Co.

**Partenaire en financement :** Ressources Naturalles Canada (RNCan)

**Recherche sur le logement à la SCHL**

Aux termes de la partie IX de la ***Loi nationale sur l'habitation,*** le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

**www.schl.ca**

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7
Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

## RÉFÉRENCES

*Essais de dépressurisation en laboratoire visant les appareils à gaz résidentiels,* Le point en recherche SCHL — Série technique 05-111, octobre 2005.

*Essais de dépressurisation – rapport final,* par Peter Edwards Co., pour la SCHL et RNCan, juillet 2005.

*Laboratory evaluation to assess a proposed test method to determine transient combustion spillage,* par Bodycote Materials Testing Canada Inc., pour RNCan, juillet 2005.

©2007, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 26-03-07

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.

65366